

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08292550 A**(43) Date of publication of application: **05 . 11 . 96**

(51) Int. Cl.

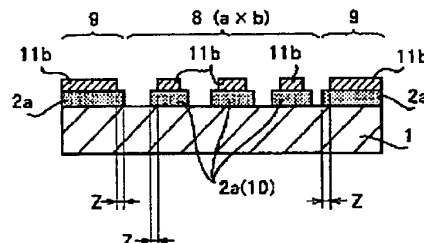
G03F 1/08
H01L 21/027
(21) Application number: **07120623**(22) Date of filing: **21 . 04 . 95**(71) Applicant: **TOPPAN PRINTING CO LTD**
(72) Inventor: **YAMADA YOSHIRO**
CHIBA KAZUAKI
KARIKAWA HIDEMASA
(54) **PHASE SHIFT MASK AND ITS PRODUCTION**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To surely shield the peripheral part of an effective region of a halftone phase shift mask from light by a simple method without using a complicated light-shielding band which is conventionally used.

CONSTITUTION: A translucent phase shift film 2a of a desired pattern and a light-shielding film 11b of almost the same pattern are formed on a transparent substrate 1 by etching. Substrate 1 consists of the effective region 8 of an area ($a \times b$) where the desired pattern is formed and the peripheral part 9 surrounding the effective region. The light-shielding film 11b is deposited on both of the phase shift film 2a in the peripheral part 9 and the phase shift film 2a in the effective region 8. However, the edge of the phase shift film 2a is formed to project in the horizontal direction by length Z from the edge of the light-shielding film 11b. With this projected part, the phase of exposure light is inverted between the light-shielding part and the light-transmitting part which interpose the projected part between them so that these parts can be clearly separated from each other.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-292550

(43)公開日 平成8年(1996)11月5日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G03F 1/08

G03F 1/08

A

H01L 21/027

H01L 21/30

502

P

528

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-120623
(22)出願日 平成7年(1995)4月21日

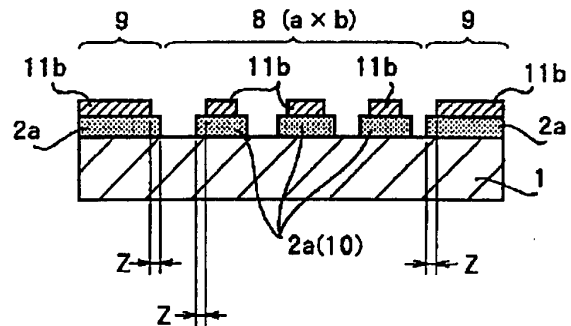
(71)出願人 000003193
凸版印刷株式会社
東京都台東区台東1丁目5番1号
(72)発明者 山田 芳郎
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
(72)発明者 千葉 和明
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
(72)発明者 狩川 英聖
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
(74)代理人 弁理士 横川 邦明

(54)【発明の名称】位相シフトマスク及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 ハーフトーン型位相シフトマスクの有効領域の周囲部分を、従来のような複雑な遮光帯を用いることなく簡単な方法によって、確実に遮光できるようにする。

【構成】 透明基板1の上に所望パターンの半透明位相シフト膜2a及びそれとほぼ等しいパターンの遮光膜11bをエッチング処理等によって形成する。基板1は、希望のパターン像が形成される面積($a \times b$)の有効領域8と、それを取り囲む外周部分9とによって構成される。遮光膜11bは、外周部分9の位相シフト膜2a及び有効領域8内の位相シフト膜2aの両方の上に積層される。但し、位相シフト膜2aのエッジは遮光膜11bのエッジよりも寸法Zだけ横方向に突出する。この突出部分の働きによりそれを挟む遮光部と透光部との間で露光の位相を反転し、両部を明確に区別する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板の上に半透明位相シフト膜及び遮光膜を順次、積層して成る位相シフトマスクにおいて、有効領域内の所定パターンの形状及び有効領域の外側の外周部に半透明位相シフト膜を有し、上記半透明位相シフト膜のエッジが上記遮光膜のエッジよりも所定範囲の寸法だけ突き出るように、半透明位相シフト膜の上に遮光膜を設けたことを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 2】 請求項 1 記載の位相シフトマスクにおいて、該位相シフトマスクを用いて露光対象物を露光する際に使用される露光光の波長に対する半透明位相シフト膜の光透過率が 5 ～ 50 % であることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 記載の位相シフトマスクにおいて、半透明位相シフト膜のエッジと遮光膜のエッジとの寸法差が、上記露光光の波長以上で 10 μ m 以下の範囲内であることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 つに記載の位相シフトマスクにおいて、半透明位相シフト膜が Mo 及び Si を主成分とする化合物によって形成されることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか 1 つに記載の位相シフトマスクにおいて、遮光膜が Cr, CrO, CrN, CrON, CrOCN 又はこれらを積層した膜であることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項 6】 透明基板の上に半透明位相シフト膜及び遮光膜を順次、積層して成る位相シフトマスクの製造方法において、(1) 透明基板の上に半透明位相シフト層、遮光層及びレジスト層を順次、積層する工程と、(2) レジスト層を所定の形状にパターンニングしてレジスト膜を形成する工程と、(3) パターンニングされたレジスト膜をマスクとして遮光層をエッチングによりパターンニングして第 1 遮光膜を形成する工程と、(4) パターンニングされたレジスト膜及び第 1 遮光膜をマスクとして半透明位相シフト層をエッチングによりパターンニングして半透明位相シフト膜を形成する工程と、(5) サイドエッチングにより第 1 遮光膜のエッジを後退させて第 2 遮光膜を形成する工程と、(6) レジスト膜を剥離する工程とを有することを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、主に投影露光装置において使用されるパターンを備えたフォトマスクであって、特に、そのフォトマスクを通過する投影露光光に位相差を与えて高解像度のパターン転写を可能にした位相シフトマスク及びその製造方法に関する。また特に、透明基板の上に希望パターンのハーフトーン材料膜を形成

して成るハーフトーン型位相シフトマスク及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 位相シフトマスクとして、従来より、種々の形式のものが提案されている。例えば、マスク上の開口部の隣り合う一方に位相を反転させるような透明膜を設けた構造のレベンソン型位相シフトマスクや、形成すべきパターンの周辺部に解像限界以下の位相シフターを形成した構造の補助パターン付き位相シフトマスクや、基板上にクロムパターンを形成した後にオーバーエッチングによって位相シフターのオーバーハングを形成した構造の自己整合型位相シフトマスク等がある。

【0003】 以上の各構造の位相シフトマスクは、基板上にクロムパターンとシフターパターンを設けたものであるが、この構造とは別に、シフターパターンのみによって形成された位相シフトマスクとして、透過型位相シフトマスクや、ハーフトーン型位相シフトマスク等も知られている。透過型位相シフトマスクというのは、透明部を透過した光と位相シフターを透過した光との境界部において光強度がゼロとなることを利用してパターンを分離するようにした位相シフトマスクであって、シフターエッジ利用型位相シフトマスクとも呼ばれる。

【0004】 また、ハーフトーン型位相シフトマスクというのは、投影露光光に対して部分透過性を有する、いわゆる半透明な位相シフターパターンを基板上に形成して、その位相シフターパターンの境界部に形成される光強度がゼロの部分でパターン解像度を向上するようにした位相シフトマスクである。透過型位相シフトマスクや、ハーフトーン型位相シフトマスクはその層構造が単純であるため、製造工程が容易であり、しかもマスク上の欠陥も少ないという長所を有している。

【0005】 ハーフトーン型位相シフトマスクは、例えば図 5 に示すように、透明基板 1 に半透明位相シフト膜 2 a を積層することによって形成される。図 6 に示すように、半透明位相シフト膜 2 a によって囲まれる透明基板 1 の上に有効領域 3 が形成される。そして、その有効領域 3 の内部に所望のパターン、実施例では文字「A」、が形成される。

【0006】 今、このようなハーフトーン型位相シフトマスクを用いて、シリコンウエハの表面に設けたレジストにステッパーによってパターンを転写する場合を考える。この場合には、図 6 に示すように、有効領域 3 の周囲をアバーチャ 4 で囲み、さらに、図 5 に示すように、有効領域 3 を通過した光 R をウエハ 5 上に照射する。通常は、例えば 1/5 の縮小像をウエハ 5 上に形成する。このとき、有効領域 3 を囲むアバーチャ 4 は、ウエハ 5 の所定露光領域以外の領域に光が当たらないように作用する。

【0007】 しかしながら、有効領域 3 の外周エッジとアバーチャ 4 の内周エッジとの間には 1 ～ 2 mm の間隔

10

20

30

40

50

が形成されるので、有効領域 3 の外周縁に位置する半透明位相シフト膜 2 a に当たった光は、その位相シフト膜 2 a に固有の光透過性に対応した光量の光を通過させる。このため図 5 において、例えば矢印 A のように露光光の照射位置をずらせてウェハ 5 上に順次多数の転写像を形成するとき、図 7 に示すように、相隣り合う 2 個の有効領域 3 の間の直線部分 P が 2 重に露光されたり、あるいは 4 個の有効領域 3 に囲まれた点状部分 Q が 4 重に露光されてしまう。

【0008】有効領域 3 の外周部分は、本来、レジストが感光してはならない部分であって、そのためにその部分に半透明位相シフト膜 2 a が設けられるわけであるが、その部分が 2 重に露光されたり、あるいは 4 重に露光されると、レジストが感光してしまう。

【0009】このような問題を解消するため、図 8 に示すように、有効領域 3 の外周部分に位置する半透明位相シフト膜 2 a に枠状の遮光帯 6 を形成した位相シフトマスクが知られている。この遮光帯 6 は、図 9 に示すように、半透明位相シフト膜 2 a の中に、例えば、約 1 μm のピッチで縦横に正形状の開口部分 7 を設けることによって形成される。これらの開口部分 7 は、透明基板が直接に露出している部分である。この遮光帯 6 は、開口部分 7 を通過した光と半透明位相シフト膜を通過して位相が反転した光との干渉により、光の通過を遮断しようとするものである。

【0010】しかしながらこの方法では、開口部分 7 を正確に正形状に形成するのが非常に難しく、希望する十分な遮光性が得られない場合が多かった。遮光性を向上させるために、不正確な形状の開口部分 7 を修正することも考えられるが、その修正作業は非常に難しく、また、不正確な形状の開口部分を探し出すことは、さらに難しかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題点を解消するためになされたものであって、ハーフトーン型位相シフトマスクの有効領域の周囲部分を、従来のような複雑な遮光帯を用いることなく簡単な方法によって、確実に遮光できるようにすることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため本発明に係るハーフトーン型位相シフトマスクは、透明基板の上に半透明位相シフト膜及び遮光膜を順次、積層して成る位相シフトマスクにおいて、有効領域内の所定パターンの形状及び有効領域の外側の外周部に半透明位相シフト膜を有し、上記半透明位相シフト膜のエッジが上記遮光膜のエッジよりも所定範囲の寸法だけ突き出るように、半透明位相シフト膜の上に遮光膜を設けたことを特徴とする。

【0013】半透明位相シフト膜としては、例えば Mo・Si 系の材料、より具体的には、例えば化学記号 Mo

SiO₂N_r (X, Y は整数) で表される材料を用いることができる。また、ハーフトーン材料膜が Mo・Si 系材料で形成されるとすれば、遮光膜としては、例えば、Cr (クロム)、CrO (酸化クロム)、CrN (窒化クロム)、CrON (窒化酸化クロム)、CrOCN 又はこれらを積層した複合膜を採用できる。複合膜を採用する場合は、例えば、図 10 及び図 11 に示すような 2 層構造又は図 12 に示すような 3 層構造とすることができる。

【0014】本発明の半透明位相シフト膜の光透過率は、本位相シフトマスクを用いて露光対象物を露光する際に使用される露光光の波長に対して 5~50% の広い範囲に設定できる。従来の半透明位相シフト膜では、その位相シフト膜が遮光膜を兼ねることから、光透過率を 5~10% 程度の狭い値に設定していた。これに対し本発明では、遮光作用は専ら遮光膜によってもたらされるので、半透明位相シフト膜の光透過率の許容範囲を広く設定できる。なお、例えば半透明位相シフト膜を MoSi 系材料によって形成するのであれば、酸素成分の含有量を調節することによって光透過率を調節できる。例えば、酸素成分の含有量を多くすることにより光透過率を上げることができる。

【0015】半透明位相シフト膜のエッジと遮光膜のエッジとの寸法差は、望ましくは、露光波長以上で 10 μm 以下の範囲内に設定する。露光光としては i 線、g 線、KrF エキシマレーザ等を用いることができるが、i 線の波長は 0.365 μm であり、g 線の波長は 0.436 μm であり、KrF エキシマレーザの波長は 0.254 μm である。

【0016】また、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法は、(1) 透明基板の上に半透明位相シフト層、遮光層及びレジスト層を順次、積層する工程と、(2) レジスト層を所定の形状にパターニングしてレジスト膜を形成する工程と、(3) パターニングされたレジスト膜をマスクとして遮光層をエッチングによりパターニングして第 1 遮光膜を形成する工程と、(4) パターニングされたレジスト膜及び第 1 遮光膜をマスクとして半透明位相シフト層をエッチングによりパターニングして半透明位相シフト膜を形成する工程と、(5) サイドエッチングにより第 1 遮光膜のエッジを後退させて第 2 遮光膜を形成する工程と、(6) レジスト膜を剥離する工程とを有することを特徴とする。

【0017】

【作用】請求項 1 記載の位相シフトマスクによれば、有効領域の外側の外周部に形成した遮光膜によって光の通過が確実に遮断される。よって、この位相シフトマスクを使ってウェハ等といった露光対象物に転写像を連続して形成するとき、転写像のまわりを誤って感光させることがない。また、遮光膜はそれ自体が遮光性を有する Cr 等の材料によって一様な単層状に形成されるので、半

透明位相シフト膜と連続パターン状の開口部分との組み合わせによって複雑なパターンの遮光帯を形成する場合に比べて、極めて簡単な方法によって高い遮光性を有する遮光領域を形成できる。また、半透明位相シフト膜によって有効領域内に形成された所定パターンの上にも遮光膜を設けるので、露光対象物上に鮮明なパターンの転写像が得られる。しかも、半透明位相シフト膜のエッジが遮光膜のエッジよりも突き出すように形成されるので、遮光部と透光部との境界は半透明位相シフト膜の本来の働きである位相反転作用によって明確に区分けされる。

【0018】

【実施例】

【実施例1】図1は本発明に係る位相シフトマスクの実施例、特に、いわゆるレチクルマスクを示している。また、図2はそのマスクの断面構造を示している。この位相シフトマスクは、図2に示すように、透明基板1の上に半透明位相シフト膜2aを積層し、さらに半透明位相シフト膜2aの上に遮光膜11bを積層することによって形成される。また、本発明の位相シフトマスクは、図1に示すように、(a×b)の寸法の有効領域8と、その有効領域8の外側に形成された斜線で示す外周部9とを有している。露光すべき像パターンは有効領域8の中に形成されるが、図示の例では、像パターン10として文字「F」が形成されている。図1の符号12は複数種類のレチクルマスクを重ね合わせて使用する場合の位置合わせのために用いられるアライメント用のフィデュリアルマークを示している。

【0019】本実施例では、図2に示すように、外周部9を形成する半透明位相シフト膜2a及び有効領域8内において像パターン10を形成する半透明位相シフト膜2aの両方の上に遮光膜11bが積層される。また、半透明位相シフト膜2aのエッジが遮光膜11bのエッジよりも寸法Zだけ突出する。この寸法Zは、例えば、露光光の波長以上であって10μm以下の範囲内に設定する。すなわち、露光光としてi線(波長=0.365μm)を用いる場合は、0.365μm~10μmの範囲内に、g線(波長=0.436μm)を用いる場合は、0.436μm~10μmの範囲内に、そしてKrFエキシマレーザ(波長=0.254μm)を用いる場合は、0.254μm~10μmの範囲内に設定する。

【0020】以上のようにして形成した位相シフトマスクを用いて露光対象物であるウェハを露光すると、図3に示すように、位相シフトマスク13を透過した露光光Rの振幅分布は(A)のようになり、ウェハ上での光振幅分布は(B)のようになり、そしてウェハ上での光強度分布は(C)のようになる。図から明らかなように、半透明位相シフト膜2aと透明基板1との境界部、すなわち遮光部と透光部との境界は半透明位相シフト膜2aの本来の働きである位相反転作用により、図3(C)の

ように明確に区分けされる。

【0021】【実施例2】図4(a)に示すように、石英によって形成された透明基板1の上に、周知の成膜方法を用いて、Mo・Si系の半透明位相シフト層2、Crによって形成された遮光層11、そしてレジスト層14を形成した。各層の厚さは、半透明位相シフト層2を1200~2000Å、遮光層11を300~1500Å、そしてレジスト層14を3000~6000Åとした。

【0022】次いで、電子線露光及び現像により所望パターンのレジスト膜14aを形成した(b)。さらに、そのレジスト膜14aをマスクとして、硝酸第2セリウムアンモニウムに過塩素酸を加えて製造したエッチング液を用いた常法のウエットエッチングにより、又は塩素系ガスを用いたドライエッチングにより、遮光層11を所望のパターンの第1遮光膜11aへとパターンニングした(c)。このとき、半透明位相シフト層2は上記の各エッチング剤によってはエッチングされない。

【0023】その後、CF₄、C₂F₄等のフッ素系ガスをを用いたドライエッチングによって半透明位相シフト層2を所望パターンの半透明位相シフト膜2aへとパターンニングした(d)。これにより、位相シフトマスク上に所望のメインパターン、例えば文字「F」等の像が形成される。このとき、マスクとして働く第1遮光膜11aはエッチングされないので、半透明位相シフト膜2aのパターンは極めて高精度な寸法精度で得られた。その後、常法のウエットエッチングにより第1遮光膜11aにサイドエッチング処理を施して第2遮光膜11bを形成した。これにより、半透明位相シフト膜2aのエッジが第2遮光膜11bのエッジよりも所定寸法だけ横方向へ突出するようになった。次いで、酸素プラズマや硫酸を用いてレジスト膜14aを剥離して、所望パターン及びそのパターンの外周部に一様に半透明位相シフト膜2aが形成され、さらに、その両方の部分の半透明位相シフト膜2aの上に遮光膜11bが積層された状態の位相シフトマスクの完成品が得られた。

【0024】

【発明の効果】請求項1記載の位相シフトマスクによれば、有効領域の外側の外周部に形成した遮光膜によって光の通過が確実に遮断される。よって、この位相シフトマスクを使ってウェハ等といった露光対象物に転写像を連続して形成するとき、転写像のまわりを誤って感光させることがない。また、遮光膜はそれ自体が遮光性を有する材料によって一様な単層状に形成されるので、半透明位相シフト膜と開口部分との組み合わせによって複雑なパターンの遮光帯を形成する場合に比べて、極めて簡単な方法によって高い遮光性を有する遮光領域を形成できる。また、半透明位相シフト膜によって有効領域内に形成された所定パターンの上にも遮光膜を設けるので、露光対象物上に鮮明なパターンの転写像が得られる。し

かも、半透明位相シフト膜のエッジが遮光膜のエッジよりも横方向へ突き出すように形成されるので、遮光部と透光部との境界は半透明位相シフト膜の本来の働きである位相反転作用によって明確に区分けされる。

【0025】請求項2記載の位相シフトマスクによれば、半透明位相シフト膜として使用できる材料を広い範囲で選択して使用できる。

【0026】請求項3記載の位相シフトマスクによれば、半透明位相シフト膜による位相反転作用を最も有効に利用できる。

【0027】請求項6記載の位相シフトマスクの製造方法によれば、所望の位相シフトマスクを非常に簡単な方法によって製造できる。

【0028】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る位相シフトマスクの一実施例を示す平面図である。

【図2】図1におけるⅠⅠ-ⅠⅠ線に従った位相シフトマスクの断面図である。

【図3】図1の位相シフトマスクの光透過状態を模式的に示す図である。

【図4】本発明に係る位相シフトマスクの製造方法の一実施例を工程順に模式的に示す図である。

【図5】ハーフトーン型位相シフトマスクを用いた露光系の一例を示す側面断面図である。

【図6】従来の位相シフトマスク及びそれにアパーチャを被せる状態を示す平面図である。

【図7】従来のハーフトーン型位相シフトマスクを用いて露光対象物上にメインパターンを転写した状態を示す模式図である。

【図8】従来のハーフトーン型位相シフトマスクの一例を示す平面図である。

【図9】図8に示す従来のハーフトーン型位相シフトマスクの遮光帯を拡大して示す図である。

【図10】遮光膜の一実施例の部分断面構造を示す図である。

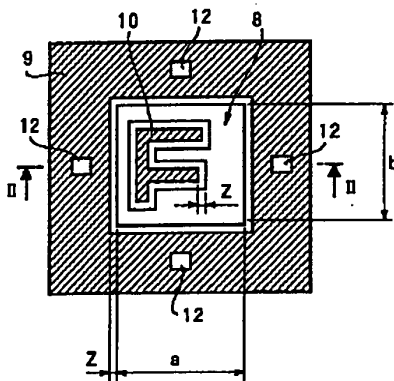
10 【図11】遮光膜の他の一実施例の部分断面構造を示す図である。

【図12】遮光膜のさらに他の一実施例の部分断面構造を示す図である。

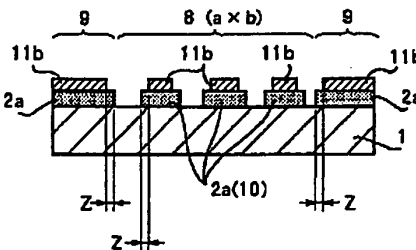
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------|
| 1 | 透明基板 |
| 2 | 半透明位相シフト層 |
| 2a | 半透明位相シフト膜 |
| 8 | 有効領域 |
| 9 | 外周部 |
| 10 | 所望パターン |
| 11 | 遮光層 |
| 11a | 第1遮光膜 |
| 11b | 第2遮光膜 |
| 12 | フィデューシャルマーク |
| 13 | 位相シフトマスク |
| 14 | レジスト層 |
| 14a | レジスト膜 |

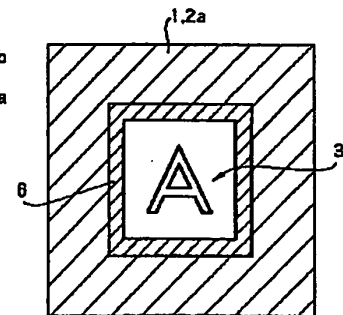
【図1】



【図2】



【図8】



【図12】

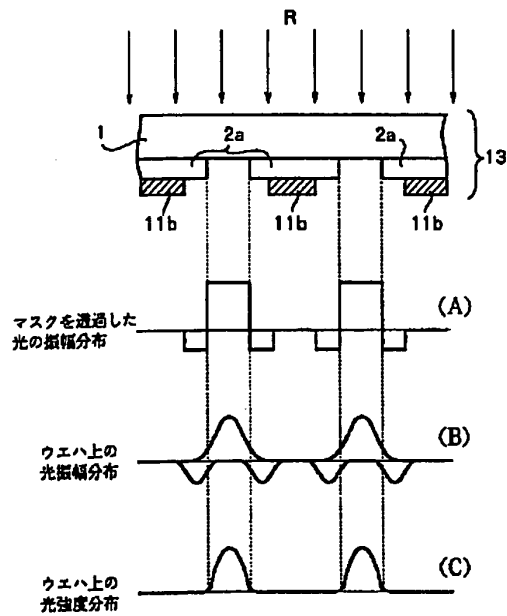
【図10】



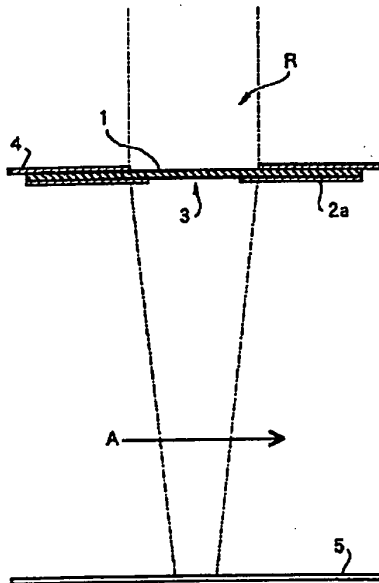
【図11】



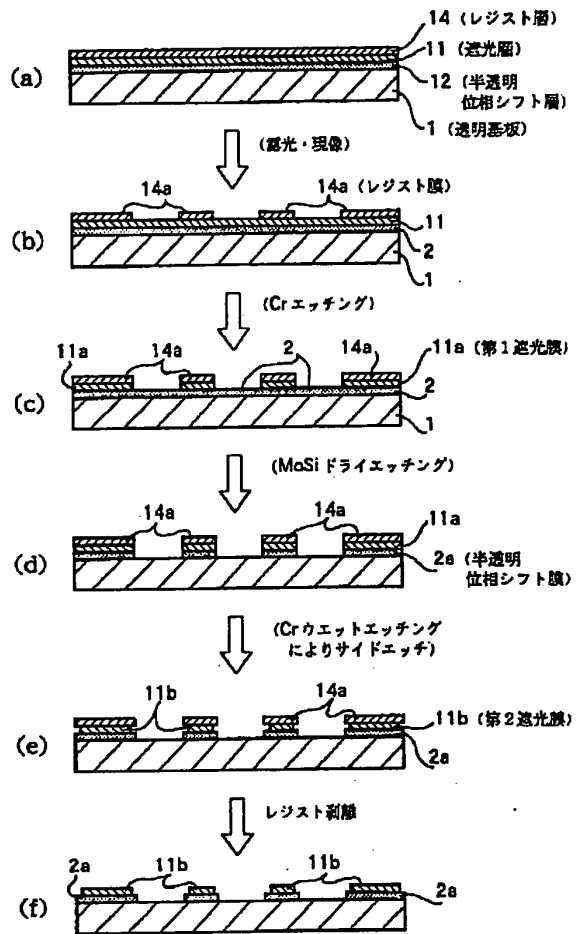
【図3】



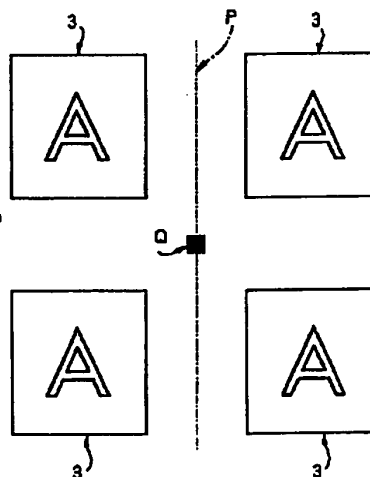
【図5】



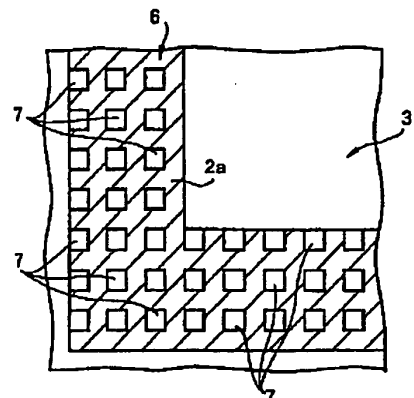
【図4】



【図7】



【図9】



【図6】

